

## PODSUMOWANIE

Po trzydziestu latach od zakończenia wiercenia, na materiale rdzeniowym uzyskanym z otworu Busówno IG 1 przeprowadzono prace badawcze o bardzo szerokim zakresie merytorycznym. Były to badania polegające na bezpośrednich obserwacjach rdzeni i materiału z nich pobranego, wśród których należy wymienić badania sedimentologiczne, ichnologiczne, stratygraficzne, paleontologiczne i tektoniczne. Drugą grupę prac badawczych stanowiły badania analityczne, głównie geochemiczne, petrograficzne i petrofizyczne. W omawianym otworze wiertniczym wykonano pełny zestaw opróbowań hydrogeologicznych i badania geofizyki otworowej.

Wiercenie otworu Busówno IG 1 zostało zatrzymane na głębokości 4154,5 m w utworach neoproterozoiku, w nieprzewierconej formacji poleskiej. Wiek kontynentalnych i marginalno-morskich, piaskowcowych utworów tej formacji nie jest określony. Charakter wykształcenia osadów formacji poleskiej spowodował brak wskaźników stratygraficznych i niemożność wykonania datowań izotopowych. Najprawdopodobniej można jej przypisać wiek ?dolno- lub środkowoneoproterozoiczny. Depozycja utworów tej formacji być może była związana z pierwszym etapem ryftowania na kontynencie Baltiki, podczas rozpadu superkontynentu Rodinii/Pannotii, około 800–700 mln lat temu.

Ponad utworami formacji poleskiej na głębokości 3580,0–4082,0 m występują utwory ediakaru, wykształcone w pełnej sekwencji, typowej dla kratonu wschodnioeuropejskiego. Szeroki zakres przeprowadzonych, między innymi w profilu Busówno IG 1, nowoczesnych metodologicznie badań sedimentologicznych, biostratygraficznych, tektonicznych w utworach klastycznych oraz geochemicznych w zakresie skał wulkanicznych, umożliwił szczegółowe rozpoznanie ewolucji basenu lubelskiego w późnym ediakarze.

Dolną część sukcesji ediakarskiej tworzą utwory wulkaniczne. Są to głównie bazalty migdałowcowe i afanitowe. Wśród skał wulkanoklastycznych dominują aglomeraty. Rzadziej występują tufy. Powyżej kompleksu wulkanicznego utwory ediakaru są reprezentowane przez silikoklastyczne, kontynentalne, gruboziarniste utwory rzek roztokowych formacji siemiątyckiej oraz przez brakiczne osady formacji lubelskiej i włodawskiej. Ostatnie z wymienionych były deponowane w środowiskach transgredujących równi pływowych. Rejon profilu Busówno IG 1 był w ediakarze zlokalizowany na obszarze aulakogenu Orsza–Wołyń. Na podstawie krzywych subsydenencji udokumentowano w tym rejonie aktywny ryft. Utwory ediakaru profilu Busówno IG 1 były związane z kolejno rozwijającymi się depocentrami fazy synryftowej basenu lubelsko-podlaskiego, podczas końcowego etapu roz-

padu superkontynentu Rodinii/Pannotii. W górnej części ediakarskiej sekwencji profilu Busówno IG 1, w wyniku przeprowadzonych w ciągu ostatnich 15 lat badań biostratygraficznych, wydzielono jeden poziom biostratygraficzny *Sabellidites–Vendotaenia* oraz ustalono nowe położenie granicy między ediakarem i kambrem. Jest ono zgodne z przyjętymi przez Międzynarodową Komisję Stratygraficzną standardami wydzielenia tej granicy. Utwory ediakaru reprezentują dolną część sekwencji depozycyjnej II rzędu, ukształtowanej głównie podczas szybkiego wzrostu względnego poziomu morza, stymulowanego wpływem czynników tektonicznych.

Utwory kambru występują na głębokości 2968,2–3580,3 m i tworzą kompleks skalny o miąższości 611,8 m. Są to osady reprezentowane głównie przez przewarstwiające się piaskowce i mułowce, deponowane w płytkim, otwartym zbiorniku morskim, w strefie przybrzeża i odbrzeża. Było to wybrzeże z silnymi wpływami falowania i minimalnym udziałem pływów. Osady kambru w profilu Busówno IG 1 można określić jako średniozdiagenezowane, dojrzałe teksturalnie i mineralogicznie piaskowce z grupy arenitów kwarcowych. Sukcesja utworów kambryjskich ewoluowała podczas kształtowania się sekwencji depozycyjnej II rzędu w fazie poryftowej basenu lubelsko-podlaskiego, w wyniku wahań względnego poziomu morza. W sukcesji kambryjskiej profilu Busówno IG 1 wyróżniono od dołu ku górze profilu ciąg systemowy wysokiego stanu i transgresywny ciąg systemowy w dolnym kambrze oraz ciąg systemowy wysokiego stanu w środkowym kambrze.

Osady ordowiku występują na głębokości 2890,0–2969,0 m. Ich miąższość wynosi 79,0 m. Sukcesja ordowiku reprezentuje mieszany, klastyczno-węglanowy typ sedimentacji. Na zapis litologiczny ordowiku składają się głównie wapienie organodetrytyczne i margliste, skały krzemionkowe o charakterze chalcedonitów oraz osady klastyczne, reprezentowane przez piaskowce kwarcowe, mułowce i iłowce oraz zlepieńce. Większość piaskowców to arenity kwarcowe o zwartym szkielecie ziarnowym. W profilu Busówno IG 1 jednostki chronostratygraficzne (tremadok, arenig, lanwirm, karadok i aszgil) zostały skorelowane z piętrami wyróżnionymi w sukcesji ordowickiej obniżenia bałtyckiego.

Interwał profilu Busówno IG 1 reprezentujący sylur obejmuje głębokości od 2008,0 do 2890,0 m. Większość sukcesji sylurskiej jest zdominowana przez osady klastyczne, głównie iłowce i mułowce z bardzo bogatą fauną graptolitów. Nie wielką jej część stanowią wapienie mułowcowe i margliste. Nowelizacja schematu rozpozniowania utworów syluru zgodnie z przyjętymi obecnie standardami międzynarodowy-

mi umożliwiła zastosowanie w sylurskim odcinku profilu Busówno IG 1 klasycznego podziału brytyjskiego, zalecanego przez Podkomisję Stratygrafii Systemu Sylurskiego. Zgodnie z tym schematem wyróżniono tutaj następujące oddziały systemu sylurskiego: landower, wenlok, ludlow i przydol.

Nad utworami syluru występuje kompleks utworów klastyczno-węglanowych reprezentujących dolny dewon. Osiąga on miąższość 567,0 m i został stwierdzony na głębokości 1441,0–2008,0 m. Klastyczne spektrum litologiczne składa się głównie z piaskowców kwarcowych, mułowców, iłowców i heterolitów piaskowcowo-mułowcowych. Skały węglanowe są reprezentowane przez wapienie organodetrytyczne, rzadziej muszlowce. Wymienione wyżej utwory były deponowane w środowiskach brakicznych. Stratygrafia sukcesji dolnodewońskiej jest oparta na badaniach palinologicznych (miospory), mikrofaunistycznych (małżoraczki) i makrofaunistycznych (trylobity i ramienionogi). Nowelizacja stratygrafii dolnodewońskiej sukcesji w profilu Busówno IG 1 umożliwiła uściślenie i wyznaczenie nowego położenia granicy między sylurem i dewonem.

Karbon w profilu Busówno IG 1 jest reprezentowany przez utwory klastyczno-wapienne. Są to głównie wapienie, margle, iłowce, mułowce, piaskowce, gleby stigmariowe, iłowce węgliste i węgle. Granice chronostratygraficzne wyznaczono na podstawie korelacji granic sekwencji depozycyjnych z sąsiednimi profilami reperowymi oraz z globalnym i zachodnioeuropejskim podziałem karbonu. Pozwoliło to na uszczegółowienie stratygrafii i wpłynęło na przesunięcie dotychczasowych granic. W czasie niskiego stanu względnego poziomu morza depozycja zachodziła w korytach rzecznych i na równiach zalewowych. W westfalu A utworzyły się i zostały wypełnione utworami aluwialnymi duże systemy wciętych dolin. W czasie podnoszenia się i wysokiego stanu względnego poziomu morza sedymentacja odbywała się w płytkowodnych deltach i płytkim szelfie węglanowo-ilastym.

Jurajska część profilu Busówno IG 1 na głębokości 555,0–650,0 m i miąższości 95,0 m jest w całości reprezentowana przez utwory węglanowe. Są to wapienie organodetrytyczne, pelitowe, margliste, oolitowe i dolomity. Ze względu na niewielki stopień rdzeniowania jurajskiej części profilu, jej rozpozniowanie litostratygraficzne bazuje na korelacjach geofizycznych z sąsiednimi otworami.

Utwory kredy występują na głębokości od 17,0 do 555,0 m. W dolnej kredzie są to piaskowce kwarcowo-glaukonitowe przechodzące ku stropowi w margle piaszczyste. Z konkrekcjami fosforytowymi. Sukcesja górnej kredy jest reprezento-

wana przez wapienie, wapienie margliste, wapienie oraz margle kredopodobne oraz kredę piszącą marglistą. Wymienione osady były deponowane na otwartym szelfie basenu epikontynentalnego o relatywnie spokojnych warunkach sedymentacji. W sukcesji kredy wydzielono piętro alb, cenoman, turon i nierozdzielony stratygraficznie odcinek profilu, odpowiadający swoim zakresem piętrami od koniak do mastrychtu.

Na utworach górnej kredy zalega kompleks holocenówskich piasków drobno- i średnioziarnistych o miąższości 17,0 m.

Głównym celem odwiercenia otworu Busówno IG 1 było określenie perspektyw poszukiwawczych węglowodorów w utworach kambru w południowo-wschodniej części zapadliska włodawskiego. Otwór miał również dostarczyć nowych i uściślić już istniejące dane o budowie geologicznej centralnej części regionu lubelskiego.

Przeprowadzone w utworach z otworu Busówno IG 1 badania petrograficzne materii organicznej dowiodły, że w utworach karbonu głównym jej składnikiem jest wityrynit, w utworach dewonu i syluru – materiał wityrynitopodobny typu bitumicznego, a kambru i ediakaru powszechne są impregnacje bitumiczne.

Badania geochemiczne materii organicznej wykazały, że utwory karbonu i syluru nie zawierają znaczącej ilości węgla organicznego. W karbonie materia organiczna tworzyła się głównie z rozkładu bakterii z niewielkim udziałem alg i humusu lub z rozkładu roślin wyższych. Materia organiczna występująca w utworach syluru w spagowych partiach pochodzi z rozkładu bakterii. W wyższych partiach utworów sylurskich powstała ona z rozkładu alg morskich.

Występowanie objawów węglowodorów ich zakres i wielkość w trakcie wiercenia oceniono jako negatywne. Jedyne objawy były podwyższone wskazania metanomierza (maksymalnie 2,5%) w utworach środkowego kambru i najniższego ordowiku oraz ślady gazu w profilu dolnego kambru i ediakaru.

W wyniku opróbowania hydrogeologicznego, w kilku interwałach stwierdzono obecność gazu ziemnego w płucze oraz zarejestrowano jeden interwał profilu, w którym wystąpił przyływ solanki z gazem ziemnym. Wszystkie wspomniane objawy obserwowano w utworach dolnego i środkowego kambru oraz w najwyższym ediakarze. W wyniku szczegółowych badań stwierdzono brak własności kolektorskich utworów kambru, a badane poziomy charakteryzują się bardzo złymi właściwościami zbiornikowymi i w związku z tym są mało perspektywiczne dla występowania złóż ropy i gazu.